后新冠肺炎疫情时代的科学教育

王 素[*] 袁 野 李 佳

中国教育科学研究院 国际与比较教育研究所 北京 100088

摘要 新冠肺炎疫情对教育产生的深远影响已在世界范围内达成共识。在后新冠肺炎疫情时代（以下简称“后疫情时代”）和第四次工业革命的叠加之下，科学教育将如何发展成为教育4.0的重要议题。文章以全球视角，通过对世界范围内的科学教育相关研究成果进行梳理和对我国国情进行分析，提出后疫情时代我国科学教育发展的对策与建议，包括从国家安全的角度进行顶层设计、建立科技后备人才培养体系、建立贯通能力评价标准、提升科学教师素养、推进科学教育供给社会化等，旨在为我国科学教育政策制定提供参考。

关键词 科学教育，后疫情时代，第四次工业革命，科技

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210310002

2020年突如其来的新冠肺炎疫情席卷全球，这场危机使人类面临巨大压力，从而加速了第四次工业革命的发展，并让人们认识到人工智能（AI）、物联网、区块链等新兴技术对未来世界的重要性。作为第四次工业革命的核心特征，技术融合将逐渐消除物理世界、数字世界和生物世界之间的界限[1]，并终将掀起生产组织方式和生产力的巨大变革，改变甚至颠覆未来产业结构和劳动力的技能结构。为应对未来人才的新需求，教育必将随之变革。科学教育肩负着培育未来科技创新人才和提升公民科学素养的重任[2]，尤其是在新冠肺炎疫情的背景下科学教育对提升公民科学素养的作用愈加凸显[3]。近年来，科学教育在我国得到了较快的发展，尤其在构建科学教育生态系统和促进各科学学科整合等方面进行了探索，以应对智能时代的发展需求。本文基于我国科学教育现状，结合后疫情时代科学教育新境遇，对我国后疫情时代科学教育的开展策略做出展望。

1 我国科学教育的背景与现状

1.1 我国科技竞争力现状

瑞士洛桑国际管理发展学院（IMD）全球竞争力中心于2020年发布了第四次IMD全球数字竞争力排行榜（IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020），旨在对全球63个经济体探索、利用数字技术推动社会和经济变革的能力及成熟度进行分析，并对后新冠肺炎疫情时代（以下简称“后疫情时代”）各经济体如何逐步实现经济恢复进行展望。我国从2019年的第22名上升到2020年的第16名；

*通信作者

修改稿收到日期：2021年7月6日

其中，在“人才指标”“科学集中度”和“对数字科技的开放态度”等方面有大幅提高，并有多个细分指标排名位居世界首位。此外，《2020年全球创新指数（GII）》从高校水平、科学出版物和国际专利申请量3个维度构建了“创新质量”分析指数，并对131个经济体创新能力进行排名。我国位列2020年GII全球排名第14位；在科技集群数量方面，我国有17个科技集群进入全球百强，仅次于美国位居全球第2。

但同时，《科技日报》于2018年上半年集中报道了我国正面临的35项“卡脖子”关键技术，这警示我国与发达国家在尖端科技竞争力上仍然存在较大差距。

1.2 我国科技人才竞争力现状

智能时代，依靠知识创新和科技进步提升国家综合国力已经成为世界各国的共识，而科技创新竞争归根结底是人才的竞争。在《2020年全球人才竞争力指数（GTCI）》[4]中，我国排名第42，领先于其他4个金砖国家——俄罗斯（第48位）、南非（第70位）、印度（第72位）、巴西（第80位）。我国在增长（第22位）和全球知识技能（第29位）方面表现突出，这主要得益于我国世界一流的教育体系（正式教育排名第8位）和全球创新力量（人才影响力排名第15位）。但同时，我国在人才吸引留存和职业技术技能等方面的表现与发达国家相比还有巨大差距。该报告还显示：我国在高新技术领域有巨大的人才缺口。以智能时代的AI领域为例，其人才需求急速增长，2017年全球拥有AI领域人才190万，其中美国超过85万人，而我国只有5万余人[5]。

1.3 我国科技人才后备军培养现状

虽然在近几年的国际学生评估项目（PISA）测试中，我国学生的科学成绩都名列前茅，但我国学生的科学领域职业期望却低于经济合作与发展组织（OECD）国家的平均水平。测试结果显示：我国学生中，约有80%表示对科学感兴趣，但是仅有约17%期望30岁后从事与科技有关的职业，远低于OECD国家的平均值24%，而美国在此项的平均值则超过了35%[6]。为切实有效地培养后备科技人才，我国应当更加重视科学教育，让学生真正热爱科学，并且有未来从事科学职业的意愿。

1.4 我国科学教育的实施现状

科学教育包含相互关联的4个层次的教育：科学知识、科学方法、科学态度和科学精神[7]。广义地讲，科学教育内容可分为2个方面，即科学内容和科学过程。前者涉及学生应该知道什么（知识与理解）；后者涉及学生应该会做什么（能力与技能），主要指与研究有关的方法、技能、态度和观念[8]。狭义的科学教育仅指学校的自然科学教育（主要是物理、化学、生物等学科教育），其研究内容包括各级各类学校的自然科学课程、教学、学习与评价等方面的理论与实践问题[9]。

科学教育是立德树人工作的重要组成部分，是提升全民科学素质、建设创新型国家的基础①。随着2001年基础教育课程改革的实施，小学科学课程对培养学生科学素养发挥了重要作用。但在实践中也存在课程适宜性、可操作性、时代性和整体性有待增强等问题。为进一步深化科学教育实施，教育部于2017年发布了《义务教育小学科学课程标准》，规定全国中小学全面开设科学课程。然而，据我国科普作家协会调研，义务教育阶段的科学教育仍存在不少问题。例如，大部分学校没有专职科学教师，县级以下小学科学教师专职化比例仅为16.1%；科学教育缺少顶层设计，科学教材编写和课程标准制定有待加强。此外，从科学教育实施的角度来看，我国的科学教育还面临着学科交叉融合不够、缺少科学教育资源

① 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《义务教育小学科学课程标准》的通知. (2017-02-06)[2021-07-06]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201702/t20170215_296305.html.

支持、授课质量堪忧等挑战。

2 后疫情时代科学教育面临的挑战

新冠肺炎疫情被世界卫生组织（WHO）评估为全球最高风险级别的“全球大流行”疾病，并对人类进程发展和世界格局变化产生关键影响。美国著名作家托马斯·弗里德曼[10]更是认为此次疫情是“新冠肺炎疫情前（B.C.：Before Corona）世界”和“新冠肺炎疫情后（A.C.：After Corona）世界”的历史分界点。随着大规模疫情得到基本控制，人类开始在常态化疫情防控中全面推进社会政治、经济和教育等秩序的恢复，因此可以认为人类进入了后疫情时代。

后疫情时代有两大要素——疫情和科技，会对人类社会产生巨大影响。前者因新冠病毒的高传染性和高隐蔽性，很难短时间内在全球范围内得到有效控制，全球大部分国家将受到疫情的持续影响；后者在后疫情时代与智能时代的重叠交织下产生，成为推动人类社会有序发展的关键驱动力。在展望后疫情时代科学教育发展策略前，需厘清疫情和科技这两大要素带给后疫情时代科学教育发展的挑战与机遇。

2.1 疫情带给科学教育的挑战

新冠肺炎疫情暴发导致全球超过180个国家的学校停课，致使学生无法正常学习，国内外重要组织和研究机构对全球疫情对教育的影响做出了及时反馈。联合国教科文组织（UNESCO）发布了《新冠肺炎疫情后世界的教育：公共行动的九个思路》（*Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action*），对后疫情时期教育的发展提出了9项主张，包括：强化教育的公共利益属性，拓展受教育权内涵并促进教育资源共享，呼吁全社会尊师重教并加强教师协作，保障学生权利并促进其教育参与，保障作为社交空间的学校，向师生提供免费和开放的教育资源和技术，加强科学素养教育，保障教育经费，以及全球加强团结，从而缩小教育差距并最终消除不平等[11]。

*疫情对科学教育的影响主要体现在教学目标和教学方式的变化上。*① 在教学目标上，UNESCO明确提出了后疫情时代应加强科学素养教育，并且科学教育将不局限于科学知识与理解层面，而是向能力与技能层面深入延展。疫情期间，钟南山院士曾指出提高公众的科学素养是此次疫情的重要经验，是消除恐慌、群防群控，让民众有效应对疫情的基础②。UNESCO同样强调要确保课程能够培养学生的科学素养，“现在正是对课程进行深刻反思的时候，特别是在我们与否认科学知识作斗争并积极与错误信息作斗争的时候”[11]。因此，在后疫情时代提升学生的科学素养尤其迫切，而这需要全球各个国家的教育系统能够采用适切的课程、教学和评估方法。并且，在社会中建立能够系统提升学生科学素养的教育生态系统也尤为重要，这需要非正式的学习环境能够以恰当方式为学生提供学习机会，包括家庭、博物馆和其他社会网络机构等[12]。② 在教学方式上，后疫情时代的线上线下混合式教学将对传统的教学方式产生极大的冲击与改变，同时也将对后疫情时代科学教育的教学方式产生重大影响。增强现实（AR）、虚拟现实（VR）等技术的成熟为科学教育的混合式教学提供了技术支撑。随着线上教学资源的完善，探索有效的线上和线下相结合的混合式科学教育模式至关重要，因为它有助于实现个性化教育，增加学生的学习时间和学习机会[13]。

2.2 新科技带给科学教育的挑战

随着第四次工业革命的到来，新科技不断涌现，传统科技和职业或将被大量替代[14]。为实现经济转型升级和可持续增长，我国急需大量的科技创新型人才，即新科技的涌现对我国科学教育提出了新的挑战。

*科学教育要更加注重学生能力的培养。*新科技

② 钟南山：提高公众科学素养，以前沿科技推动未来医学发展. (2020-11-08)[2021-07-06]. https://finance.sina.com.cn/tech/2020-11-08/doc-iiznezxs0688970.shtml.

的不断涌现会导致部分行业消失，同时也创造出大量不可预见的新行业。传统的科学教育比较注重知识的传授，然而在智能时代，知识的更新速度在加快，知识的获取变得不再重要，相反知识的运用和能力的培养，才是更为重要的教育目标。2017 年领英（LinkedIn）公司发布研究报告《未来的数字劳动力》（*The Digital Workforce of the Future*），指出由人工智能引发的人才变革已经开始发酵， 65% 的现有岗位在“00 后”入职时将不复存在[5]。世界经济论坛在《2020 年就业前景报告》（*The Future of Jobs Report 2020*）[15]更是指出新冠肺炎疫情加速了未来工作的到来；到 2025 年，约有 8 500 万个工作岗位会实现人与机器的分工转变，而 9 700 万个新工作岗位可能会出现。一些重要的技能，如批判性思维、问题解决能力和自我管理能力等，在未来将会更加重要。因此，使用传统方式培养未来人才显然是行不通的。科学教育作为新的科学技术与教育之间的纽带，应当更加注重学生能力的培养，让学生能够更好地适应未来的工作。

*科学教育要注重学习兴趣的培养，引导更多青少年将来从事科技事业。*我国科技人才后备军培养状况不容乐观，我国的科学教育在培养学生学习兴趣的同时，还应让学生对科技行业有更多深入的了解，增强学生从事与科技相关职业的意愿。例如，构建基于学习生态系统的科学教育课程，让有丰富科学教育资源的企事业单位、科技领域的专家和职业人士与家庭、社区和学校合作形成学习生态系统，共同为学生提供教育资源和机会[16]。科学教育要让学生有机会了解真实世界中的科技事业和从业人士，培养学生的学习兴趣，并消除学生的职业偏见。

3 后疫情时代的科学教育新作为

3.1 把科学教育提高到国家安全的角度去重视

随着工业 4.0 时代的来临，科技创新对国家战略乃至国家安全的影响将不断增加。工业是各国经济的命脉，科学教育能够培养出满足工业 4.0 时代科技创新需求的人才，提升人力资本规模，并促进国家宏观经济稳定增长。Croak[17]认为科学教育程度是人力资本的强化形式；其通过对 2010—2018 年全球 87 个国家的数据进行收集，将科学教育程度与国内生产总值（GDP）等要素之间的关系进行了研究，结果表明科学教育对于生产力具有显著且积极的影响。科技是国家安全领域的重要支撑，而科学教育能够促进我国科技创新领域的可持续发展，保障我国在国家安全领域所需技术的独立性。因此，为了能在第四次工业革命中保持领先地位，实现经济转型升级和持续增长，保障国家安全，我国需要把科学教育提高到国家战略甚至国家安全的角度去重视。

3.2 建立贯通的能力标准

中共中央、国务院于 2020 年 10 月印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》（下称《总体方案》），提出了破“五唯”，旨在改革学校、教师、学生的评价，加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育。《总体方案》指出，中小学评价应突出实施学生综合素质评价、开展学生发展指导、优化教学资源配置、有序推进选课走班、规范招生办学行为等内容。后疫情时代的科学教育将在评价改革的牵引下，逐渐将目标过渡到学生科学素养的培养。科学教育应当以评价改革促进教与学的变革，通过项目式学习、大单元、大概念等更灵活的教学方式，实现对学生科学素养尤其是高阶思维的培养。同时，后疫情时代科学教育更注重学生的能力培养与兴趣培养，将极大促进学生综合素质评价的实施和学生发展指导的开展，成为解决我国高等教育与基础教育培养目标和能力标准脱节挑战的重要抓手。随着教育 4.0 时代的到来，建立贯通的能力标准，由高校提出创新人才培养目标，尤其是针对素养、能力的培养目标，分解下放至中小学阶段进行阶梯式培养，或将成为后疫情时代科学教育的新样态。

3.3 设立科学教师能力提升工程

教师作为科学教育的实施者，其能力素养决定了科学教育的实施质量。为保障科学教育的高质量实施，我国应设立科学教师能力提升工程，建立有效的科学教师培养和培训体系，加强具有跨学科背景的师资力量的培养，尤其是针对经济相对落后的地区和群体的师资培训，提高教师科学素养，并鼓励教师将科学教育融入课堂教学中。教育部门要贯通教师的培养与成长体系，保障其长足发展与潜力发掘；要出台相应的评价与激励机制，激发和动员所有教师群体为科学教育贡献智慧与力量；要成立专业化的教师培训平台，安排高水平的专家学者担任专业导师和授课教师，吸引全国高校及地区教师培训机构共同加入科学教师能力提升工程。

3.4 加强科学教育供给社会化的建设与管理

我国应加强科学教育供给社会化建设与管理，将科学教育变成政府推动、学校主导、全社会共同努力的国家行为。我国可以通过在线教育的学习方式和人工智能等技术手段，打破学校被政策、师资、经费等因素的限制，满足学校发展高质量科学教育的需求；通过动员全社会资源在共识基础上积极参与、交流协作和多元投入，建立健全长效合作机制，将教学、科研、实践紧密结合，鼓励学校、家庭、社会相互配合；通过推动顶层政策设计，把握世界科学教育发展趋势，分析我国科学教育发展现状，制定稳定化、清晰化、可操作化的科学教育供给社会化实践方案。为一线课堂开展活动提供指南与方向。同时，我国应当参考国际经验，加强对校外培训行业的规范治理，形成多元主体参与的公共治理决策机制，为科技教育创造良好的政策环境，确保科学教育持续有效开展。

3.5 建立科技后备人才的培养体系

目前，我国在科技后备人才培养方面，以拔尖创新人才培养为抓手，在高等教育领域推出了“双一流”等改革措施，取得了一定成效，但是在基础教育领域仍处在探索阶段。为建立从高等教育到基础教育贯通的科技后备人才培养体系，我国相继推出了“新高考”“强基计划”“教育评价改革”等教育改革措施，强调基础教育阶段对学生核心素养的培养。科学教育凭借其培养学生科学素养的核心内涵，与我国目前推动建设的基础教育科技后备人才培养体系有着天然的契合。同时，我国许多地区、学校和机构，已经探索了一系列科学教育的本土化研究和实践，初步形成了科学教育的中国模式。因此，科学教育将成为我国建立科技后备人才培养体系的核心模块与重要抓手。

参考文献

1 Shwab K. The Fourth Industrial Revolution: What it Means, How to Respond. Geneva: World Economic Forum, 2016.
2 严晓梅, 裴新宁, 郑永和. 我国科学教育发展问题的思考与建议. 科学与社会, 2018, 8(3): 13-21.
3 Reiss M J. Science education in the light of COVID-19. Science & Education, 2020, 29(4): 1079-1092.
4 INSEAD. The Global Talent Competitiveness Index 2020: Global Talent in the Age of Artificial Intelligence. France: Fontainebleau, 2020.
5 LinkedIn Talent Solutions. The Digital Workforce of the Future. [2021-07-08]. https://business.linkedin.com/content/dam/me/business/en-us/talent-solutions/cx/2017/PDFs/digital_workforce_future.pdf.
6 OECD. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD, 2016.
7 袁振国. 反思科学教育. 中小学管理, 1999, (12): 2-4.
8 魏冰. 从科学教育标准看当代科学教育内容——关于美国几个科学教育改革方案的内容分析. 教育研究与实验, 2000, (4): 26-30.
9 丁邦平, 罗星凯. 论科学教育研究与科学教育改革. 教育研究, 2008, 29(2): 75-80.
10 Friedman T L. Our New Historical Divide:B.C. and A.C.—

The World Before Corona and the World After. The New York Times, 2020-03-17.

11 International Commission on the Futures of Education. Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action. Paris: UNESCO, 2020.

12 Erduran S. Science education in the era of a pandemic: How can history, philosophy and sociology of science contribute to education for understanding and solving the Covid-19 crisis?. Science & Education, 2020, 29: 233-235.

13 Reimers F, Schleicher A. Schooling disrupted, schooling rethought. How the Covid-19 pandemic is changing education. Paris: OECD, 2020.

14 乌尔里希·森德勒. 无边界的新工业革命：德国工业4.0与“中国制造2025”. 北京: 中信出版集团, 2018: 100-101.

15 World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020. Geneva: World Economic Forum, 2020.

16 李佳. 基于学校主导型STEM学习生态系统的中学生物校本课程开发. 北京: 首都师范大学, 2019.

17 Croak M. The Effects of STEM Education on Economic Growth. Honors Theses. State of New York: Union College, 2018.

Science Education in Post-COVID-19 Era

WANG Su* YUAN Ye LI Jia

(Institute of International and Comparative Education, National Institute of Education Sciences, Beijing 100088, China)

Abstract It is a consensus worldwide that COVID-19 has made far-reaching impact on education. As one of the essential topics of discussion for Education 4.0, science education has been paid lots of attention focusing on its further development especially under the background of the fourth industrial revolution and Post-COVID-19 era. This research proposes developing strategies of science education in the Post-COVID-19 era with a globalized vision. The strategies, proposed on the basis of worldwide research outcome of science education and the analysis of China's actual conditions, include developing the top layer design for science education from national security perspectives, establishing a training system of science and technology talent reserve, building-up a systematic competency evaluation standard, enhancing the professionalism of science teachers, and promoting the socialization of science education supply. They aim to ensure the firm and effective development of science education in the Post-COVID-19 era in China.

Keywords science education, Post-COVID-19 era, the fourth industrial revolution, science and technology



王 素 中国教育科学研究院国际与比较教育研究所所长、研究员，中国教育科学研究院未来学校实验室主任，中国教育科学研究院 STEM 教育研究中心主任。主要研究领域涉及实证的国际教育政策比较研究、未来学校研究、中小学 STEM 教育研究、青少年科学素养监测研究、学校建筑与学习空间研究等。E-mail: bjwangsu@126.com

WANG Su Researcher and Director of the Institute of International and Comparative Education, National Institute of Education Sciences, Director of Future School Laboratory, National Institute of Education Sciences, and Director of STEM Education Research Center, National Institute of Education Sciences. Prof. Wang's main areas of research are related to evidence-based comparative research on international education policy, future school research, STEM education research in primary and secondary schools, monitoring research on teens science literacy, and research on school building and learning space. E-mail: bjwangsu@126.com

■责任编辑：岳凌生

*Corresponding author